$$\text{又} \quad \frac{\partial \eta_e}{\partial z} + \frac{\partial \zeta_e}{\partial y} = H \cdot x \left(\frac{\partial f(z)}{\partial z} + \frac{\partial g(y)}{\partial y} \right) = 0$$

$$\text{となるから} \quad \frac{\partial f(z)}{\partial z} = -\frac{\partial g(y)}{\partial y} = k = \text{常数}$$

となる。\$Hk=H'\$ 表はせば

$$\eta_e = H' \cdot xz, \quad \zeta_e = -H' \cdot xy, \quad \therefore \frac{\partial \tau_z}{\partial z} - \frac{\partial \tau_y}{\partial y} = 2GH'$$

故に (49) は

$$\frac{\partial(\tau_z/\tau)}{\partial z} - \frac{\partial(\tau_y/\tau)}{\partial y} = \frac{4\{\theta - H'(3\alpha G + 1)\}}{3(\varepsilon_0 - \alpha'K')} \dots\dots\dots(50)$$

$$\text{となる。今} \quad \tau_z/\tau = \varphi, \quad \tau_y/\tau = \psi \dots\dots\dots(51)$$

$$\text{で表はせば} \quad \left. \begin{aligned} \frac{\partial \varphi}{\partial y} + \frac{\partial \psi}{\partial z} &= \frac{2\nabla^2 \xi}{3(\varepsilon_0 - \alpha'K')} \\ \frac{\partial \varphi}{\partial z} - \frac{\partial \psi}{\partial y} &= \frac{4\{\theta - H'(3\alpha G + 1)\}}{3(\varepsilon_0 - \alpha'K')} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(52)$$

こゝに \$\tau_z^2 + \tau_y^2 = \tau^2\$ であるから \$\varphi^2 + \psi^2 = 1\$ 故に (52) は

$$\frac{\partial \varphi}{\partial y} - \frac{\varphi}{\sqrt{1-\varphi^2}} \frac{\partial \varphi}{\partial z} = \frac{2\nabla^2 \xi}{3(\varepsilon_0 - \alpha'K')},$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial z} = \frac{\varphi}{\sqrt{1-\varphi^2}} \frac{\partial \varphi}{\partial y} = \frac{4\{\theta - H'(3\alpha G + 1)\}}{3(\varepsilon_0 - \alpha'K')} \dots\dots\dots(53)$$

(53) の式の一般解は

$$\left. \begin{aligned} F\left\{y + \frac{1}{f}\sqrt{1-\varphi^2}, z - \frac{1}{f}\varphi\right\} &= 0 \\ \text{但し} \quad f &= \frac{4\{\theta - H'(3\alpha G + 1)\}}{3(\varepsilon_0 - \alpha'K')} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(54)$$

にて示さる。これと (53) の上式とより \$\varphi\$ を消去せば \$\xi\$ の微分方程式が得られる。

結 言

著者の塑性理論式に於ては、塑性変形状態に於ては應力と塑性係との関係は一般に一次式で示されぬものと考へ、その場合の應力と塑性歪間の種々の関係式を導いたのである。その應用の一例として塑性変形状態にある柱体の振りに對する問題を取扱つた。尙著者は断面が一樣でない丸棒の振りに關してもその一般式を求めたがこれは次回に發表しようと思ふ。

(昭和 13 年 12 月 9 日受付)

繰返引張圧縮應力を受ける鋼の強さ⁽¹⁾

(昭和 13 年 10 月 12 日 京城地方講演會に於て講演)

正 員 西 原 利 夫⁽²⁾

正 員 櫻 井 忠 一⁽³⁾

摘 要

鋼試験片が、繰返引張圧縮應力を受ける場合、最初に一定の引張又は圧縮平均應力を加へておくときは、その耐久力が引張平均應力側から圧縮側に進むに従ひ漸次増大する傾向を示し、而して降伏点内の應力範圍に對する耐久限界線は兩振耐久限度 \$\sigma_w\$ と眞破断力 \$\sigma_T\$ とを結ぶ直線とよく一致し、その関係は次式で表はすことが出来る。

$$\sigma_a = \sigma_w \left(1 - \frac{\sigma_m}{\sigma_T} \right)$$

この結果から、許容應力の I, II, III, における割合、殊に II に對する引張と圧縮との関係は、一般に使用されてゐる値とは相當異なることを確め得た。

1. 緒 言

車軸、連桿、ピストン棒等の如き運動せる機械部分が、破壊される原因の大部分は材料の疲によるものである。疲並に疲破壊は、材料が繰返應力の作用を受けた場合に起る現象で、繰返應力とは二つの限界値の間を規則正しい波形を以て振動する應力で、通常その時間的变化の最も簡單なものは、第 1 図に示す如き正弦波の波形を持つものである。

かくの如き繰返應力に對する材料の強さは、應力变化の狀態に依て異なり、從來使用せる許容應力の表にも I, II, III の三つの場合に區別して與へられてゐる。即ち

I は應力が時間に対し一定又は变化の非常に緩慢な場合:- 靜的應力

II は應力が零と或大きさの限界値との間を繰返し变化す

る場合:- 片振應力

III は等大の引張及び圧縮兩應力を交互に繰返し受ける場合:- 兩振應力

以上の中 I に對する基準は疲破壊の見地から言へば、當然クリープ限度を用ふべきであらうが、測定の簡單なため通常靜的引張強さ又は降伏点をとつてゐる様である。

II 及び III に對しては、疲試験に依て決定される片振引張耐久限度及び兩振耐久限度をとることは、何人も異存のないところであらう。これらの三つの間の関係は Wöhler の實驗結果を基礎として定めた C. Bach の表によると I : II : III = 3 : 2 : 1 (I には引張強さをとる) になつてゐるが、最近ではこれが、 I : II : III = 2 : 1 : 2 : 1

に変更され、日本機械工学便覽にもこの値が採用されてゐる。然し最後の値とても絶対的のものでなく、研究の進歩と共に當然変更さるべき性質のものであり、又 II の場合片振引張と片振圧縮の兩耐久限度の値も著者等の實驗結果⁽⁴⁾によると

(1) Fatigue Strength of Steel for Repeated Tension and Compression.

(2) Toshio NISHIHARA, Member, The Kyōto Imperial University, 京都帝國大学。

(3) Tadakazu SAKURAI, Member, The Keijō Technical College, 京城高等工業學校。

(4) 機械學會誌, 36, 198, (昭 8-10), 673J

第 1 表

番号	記号	材 料 應 力 状 態	0.41% C 炭 素 鋼				鋳 鉄			
			最大應力 $\sigma_{\max}$ kg/mm ²	最小應力 $\sigma_{\min}$ kg/mm ²	平均應力 σ_m kg/mm ²	耐久應力振幅 σ_a kg/mm ²	最大應力 $\sigma_{\max}$ kg/mm ²	最小應力 $\sigma_{\min}$ kg/mm ²	平均應力 σ_m kg/mm ²	耐久應力振幅 σ_a kg/mm ²
1	σ_B		71.0	71.0	71.0	0	23.0	23.0	23.0	0
2			55.7	17.1	36.4	± 19.3	13.8	4.8	9.3	4.5
3	σ_u		41.2	0.5	20.9	± 20.4	11.0	0	5.5	5.5
4			32.2	-14.8	8.7	± 23.5	—	—	—	—
5	σ_w		25.4	-25.4	0	± 25.4	7.2	-7.2	0	7.2
6			11.8	-26.4	-17.3	± 29.1	3.0	-15.0	-6.0	9.0
7	σ_{-u}		-0.2	-70.6	-35.4	± 35.2	0	-41.4	-20.7	20.7
8			-2.5	-78.9	-40.7	± 38.2	-4.2	-44.4	-24.3	20.1
9	σ_{-B}		—	—	—	—	-63.0	-63.0	-63.0	0

相當の差異を示して居り、且實際上から見ると I, II, III の三つの場合だけでは不十分で、それらの中間の値を知ることも必要であると思はれる。今應力変化の種々の場合を示すと第 1 表の如くなる。

1 は時間的に一定な引張應力 (I), 2 は引張最大應力と引張最小應力, 3 は零と引張最大應力 (II), 4 は引張最大應力と圧縮最小應力とを繰返し $|\sigma_{\max}| > |\sigma_{\min}|$ になるとき, 5 は等大の引張最大應力と圧縮最小應力 (III), 6 は 4 と同様で $|\sigma_{\max}| < |\sigma_{\min}|$ になるとき, 7 は零と圧縮最小應力 (II'), 8 は圧縮最大應力と圧縮最小應力を繰返し, 9 は一定圧縮應力 (I') を受ける場合である。

2. 應力変化と耐久力

繰返應力の理想的なものは、正弦的に変化する場合であることは前述の通りで、この場合應力は最大値 $\sigma_{\max}$ と最小値 $\sigma_{\min}$ との間を連続的に変化し時

第 1 図

間の経過と共に材料を疲れさせ、 $\sigma_{\max}$ が或限度を超過すると或有限の繰返数の後疲破壊を起す。今最大應力 $\sigma_{\max}$ と最小應力 $\sigma_{\min}$ との和の半分を平均應力 σ_m , 差の半分を應力振幅 σ_a とすれば、第 1 図より明らかに

$$\sigma_m = (\sigma_{\max} + \sigma_{\min})/2, \quad \sigma_a = (\sigma_{\max} - \sigma_{\min})/2$$

材料に種々なる値の一定平均應力を與へて置き、これに繰返應力を附加するとき、應力値の減少と共に破壊までの應力繰返数 N は漸次増加し著者等の経験によれば、鉄鋼材料では、應力を或限度まで低下すると破壊までの繰返数が急に増大し、永久に破壊を起さぬ様になる。かかる性質を持つ應力の中最大のものを耐久限度、繰返数の急激に増すときの繰返数を限界繰返数と名づけ、

耐久限度の存在する鉄鋼材料では、凡そ $10^7 \sim 10^8$ の間に存在する。耐久限度の値は材質のみならず、同一材料に於ても

第 2 図

平均応力 σ_m の大小に左右せられ一例を挙げると第2図の如くなる。同図は 0.44% C 炭素鋼に対する実験結果で縦軸に最大応力、横軸に繰返数をとり二つの直線で結びつけたものである。応力の減少につれて繰返数が増加し、 $N=(3\sim6)\times 10^6$ に達すると曲線が水平となり、その高さが耐久限度となる。而して曲線 a は平均応力が $\sigma_m=0$ で両振耐久限度は $\sigma_w=23.2 \text{ kg/mm}^2$ なるに対し、 b 及び c 曲線は夫々 $\sigma_m=19.5 \text{ kg/mm}^2$ 及び $\sigma_m=-31 \text{ kg/mm}^2$ で片振引張耐久限度及び片振圧縮耐久限度は $\sigma_u=37.8 \text{ kg/mm}^2$, $\sigma_{-u}=59.6 \text{ kg/mm}^2$ となる。この例により片振引張耐久限度と片振圧縮耐久限度との値が相當異なるを知る。

以上はただ3種の平均応力に就て述べたものであるが、第1表に示す如き中間の平均応力に対しても、同様な曲線が出来る筈である。表中の数字は 0.41% C 炭素鋼及び鋳鉄の各繰返應力状態に対する耐久限界値を示したもので、以上の中1のものは引張強さ σ_B , 3 は片振引張耐久限度 σ_w , 5 は両振耐久限度 σ_w , 7 は片振圧縮耐久限度 σ_{-w} , 9 は圧縮強さ σ_{-B} をハル。

これらの各應力状態に対し平均応力 σ_m を横軸に、耐久應力振幅 σ_a を縦軸にとつて、線図を画くとき第3図の $U'B'AUBC$ 線が出来る。又材料の降伏点の値を両軸上 R, S, S' にとり RS, RS' を作り、前曲線との交点を夫々 B, B' とすれば、折線 $S'B'ABS$ はこの材料に対する耐久限界線となる。この線図により材料の安全使用範囲を一見して迅速且正確に求めることが出来、あらゆる工業材料に対しかかる線図を作成して置けば、機械の設計に際し頗る便利であらうと思はれる。かくの如き線図を耐久限度線図と名づける。後述の実験結果が示す如く $B'AB$ 間では直線となり、而もその延長が横軸と交る点を T とすれば T は引張試験における真破断力、即ち試験片が破壊するときの荷重を破壊後の断面積で割つた値 σ_T に相當する。故に $B'AB$ 線は $\sigma_m=0$ なる両振耐久限度 σ_w に対する点 A と真破断力に相當する点 T とを結ぶことに依て決定し、又材料の変形を制限すべき RS', RS 両線は引張試験における降伏点の値を知らば求まる。

かくして求めた耐久限度線図は材料の疲破壊並に變形に対する安全限界線を決定し、第3図の①の範囲内の如何なる應力に対して使用しても材料は、疲破壊並に變形を生ずることがなく、②の範囲では變形する前に疲破壊を起し、③及び④の範囲では疲破壊の生ずる前に變形し、⑤及び⑥の範囲では

變形を起すこともあり、又疲破壊を起すこともある。故に材料を①の範囲で使用すれば最も安全なるを知る。

次に実験結果が上記の如き線図と一致するか否やを確かめよう。

3. 実験結果とその考察

試験片は 0.41% C 炭素鋼の圧延丸棒から、第4図の形状のものを作り、これを Haigh 式疲試験機にかけ普通の空气中で試験した。試験片の最小断面の丸半径は

$R=15 \text{ mm}$, 直径は $d=5 \text{ mm}$ で平均応力が $\pm 30 \text{ kg/mm}^2$ 以上のものには試験機の容量の関係から $d=4 \text{ mm}$ とした。又静的引張試験片にも同一寸法のものを利用した。材料の

化学的成分及び静的強さを示せば第2表の如くである。降伏点、引張強さ及び真破断力の各値は4本の平均である。

第3表は疲試験結果で、種々の引張及び圧縮平均応力に対する應力振幅 σ_a の値及び破壊までの繰返数を與へる。各耐久限度は、大体 $N=10^7$ 回で決定、即ち 10^7 回繰返しても破壊しないものは実験を中止した(表中 → 印を附す)。両振耐久試験を除く外の場合は、すべて2~3本の試験片で耐久應力振幅を推定し得た。又圧縮平均応力が片振圧縮應力振幅以上になると試験片は疲破壊を起さず、ひび割れ又は屈曲を起す。これは疲破壊は結局引張應力に依て起り、圧縮應力のみでは破壊しないことを示す。かかる場合にも、疲破壊を起したものと見做してその点までの繰返数をとつた。

第5図は、以上の実験結果から求めた耐久限度線図で、図中○印は破壊しないもの、●印は疲破壊を起したものの値を示す。第6図は 0.65% C 及び 0.44% C 両炭素鋼につき前に行つた実験結果⁽⁴⁾から求めた耐久限度線図である。但しこの線図は両振耐久限度 σ_w , 片振引張及び片振圧縮両耐久限度 σ_u 及び σ_{-u} 並に真破断力 σ_T に相當する4点から求めたもので、この4点は明らかに一直線上にのつてゐる。然し第5図の線図では引張平均応力側では、片振引張應力振幅を越えた $\sigma_m=29.6 \text{ kg/mm}^2$, $\sigma_a=19.4 \text{ kg/mm}^2$ に相當する点では既に σ_w と σ_T に対する両点を通る直線上にのらず上側にそれてゐる。又圧縮平均応力側に於ては、片振圧縮應力振幅に対する点は直線より上側に位するが、それ以下の應力では大体直線上にのつてゐる。この現象は應力が材料の降伏点を起すと、試験中試験片の直径が變形を起し、變形しないものよりも大なる加工硬化を受ける結果であらう。この点に就ては A. Pomp⁽⁵⁾

(5) Mitt. K.W.I., Eisenforsch., (1936), 7.

の St 37 及び St 52 に対する実験結果があるが、同様に降伏点以上に於て耐久力の増加を示してゐる。

以上の結果より大体降伏点以内の應力範囲では、耐久限界線は σ_w と σ_T とに相當する点を結ぶ直線で表はされ、疲破壊並に變形に対する安全使用範囲は $S'/B/B.S$ で決定される。

さて限界線を等式で示すと次の如くなる。

$$\sigma_a = \sigma_w \left(1 - \frac{\sigma_m}{\sigma_T}\right)$$

茲に σ_a = 耐久應力振幅、 σ_w = 両振耐久限度、
 σ_m = 引張又は圧縮平均應力、 σ_T = 眞破断力

第 8 図 平均應力が圧縮の場合

第 9 図 ○印 見掛應力 ●印 実際應力

この直線を利用して、片振引張耐久限度 σ_u 及び片振圧縮耐久限度 σ_{-u} を求めるには、静的試験に依て σ_T を、疲試験に依て σ_w を決定し σ_T を 0 点より横

軸上右方に、 σ_m を 0 点を通る縦軸上にとり、この両点を結び、次に 0 点から 45° の線を引き直線との交点を求めると、それらの点の高さの 2 倍が即ち σ_u 及び σ_{-u} を與へる。

次に上の実験結果から得た σ_w , σ_u 及び σ_{-u} の各値を示すと第 1 表の如く

$$\sigma_w = 25.4 \text{ kg/mm}^2, \sigma_u = 41.2 \text{ kg/mm}^2, \sigma_{-u} = 70.6 \text{ kg/mm}^2$$

となり σ_{-u} と σ_u との関係を求めると第 4 表の如く

$$\sigma_{-u} = (1.58 \sim 1.71) \sigma_u, \text{ 平均 } \sigma_{-u} = 1.66 \sigma_u$$

で σ_{-u} と σ_u との間には相當の開きがあり、同一視することは出来ない。又静的強さと耐久限度との関係を示すと第 5

表の如くなり、平均次の値をとる。

$$\sigma_w = 0.36 \sigma_B, \sigma_{-u} = 0.23(\sigma_S + \sigma_B), \sigma_{-u} = 0.24 \sigma_T$$

上に應力が降伏点を越えると試験片の直径が変化すること述べたが、第 7 図及び第 8 図は 0.41% 炭素鋼に

つき種々の應力状態に対し應力繰返数の増加と共に試験片直径の増減する有様を示したものである。引張平均應力の場合には、第 7 図の如く最初運轉を開始してから間もなく直

第 2 表

化 学 成 分 %					静 的 強 さ kg/mm ²		
C	Si	Mn	S	P	降 伏 点 σ_S	引張強さ σ_B	眞破断力 σ_T
0.41	0.32	0.48	0.038	0.040	39.0	71.0	113.0

第 3 表 0.41% C 炭素鋼の耐久試験結果

$$\sigma_S = 39.0 \text{ kg/mm}^2, \sigma_B = 71.0 \text{ kg/mm}^2, \sigma_T = 113.0 \text{ kg/mm}^2$$

平均應力 kg/mm ²	應力 振 幅 kg/mm ²	應力繰返数 N × 10 ³	備 考
48.6	± 18.3	2 200	→ 印 破 壊 せ ず
48.6	± 16.4	8 434 →	
48.6	± 14.8	10 500 →	
40.6	± 20.7	934	
40.6	± 18.3	11 304 →	
40.6	± 16.8	10 262 →	
35.05	± 20.2	814	
36.4	± 19.3	7 648 →	
36.7	± 18.5	10 952 →	
29.6	± 19.9	1 392	
29.6	± 19.4	10 138 →	
29.6	± 18.9	10 000 →	
20.9	± 21.2	8 974	
20.9	± 20.9	2 348	
20.9	± 20.4	10 016 →	
8.7	± 24.5	3 500	→ 印 破 壊 せ ず
8.7	± 23.5	10 576 →	
0	± 31.2	160	
0	± 27.9	708	
0	± 26.7	1 344	
0	± 26.2	2 152	
0	± 25.8	3 752	
0	± 25.4	9 294 →	
0	± 25.4	9 940 →	
0	± 25.2	10 398 →	
0	± 25.0	10 214 →	→ 印 破 壊 せ ず
8.7	± 28.1	2 142	
8.7	± 27.6	10 000 →	
17.3	± 29.7	2 446	
17.3	± 29.0	11 140 →	
17.3	± 27.8	17 378 →	
26.0	± 32.1	432	
26.0	± 31.4	10 140 →	
26.0	± 30.8	10 286 →	
30.0	± 35.6	2 184	
29.8	± 34.2	3 776	
29.6	± 32.6	9 888 →	
32.7	± 32.7	10 188 →	
35.0	± 35.0	10 000 →	
35.4	± 35.2	10 000 →	
38.0	± 38.0	8 106 ひゝ割生ず	
40.7	± 38.2	30 屈曲を起す	

径の減少を現し、その後は繰返数を増加しても直径の変化が生じないのに反し、圧縮平均応力の場合には、第8図の如く最初運転開始と同時に急激に直径を増すが、繰返数の増加に依ても幾分直径の増大を来す。故に試験中試験片に加はる実験応力を考へるならば、最初の直径に対して求めた見掛応力よりも幾分変化することを知る。依て破壊しない試験片のみにつき $N=10^7$ 回繰返した後 マイクロメータを以て再び直径を測り、この直径より求めた実際応力と最初の直径に就て求めた見掛応力とを比較すると、第6

表及び第9図に示す如くなり、大体に於て降伏点内の応力に対しては、見掛応力と実際応力との差は僅少であるが、降伏点を超過するに従ひ

片振耐久限度 σ_u 及び σ_{-u} 、両振耐久限度 σ_w をとり $\sigma_w=1$ としてそれらの割合を求めると第7表の如くなる。但し σ_{-u} の場合を II' とする。この結果鋼に於ては平均

$$I:II:II':III=2.75:1.63:2.67:1$$

となり 3:2:1 及び 2:1:2:1 とは相當異つてゐる。尙比較のため鑄鉄に対する値を示せば、第8表の如くなり平均値として

$$I:I':II:II':III$$

$$=3.10:10.07:1.45:5.67:1$$

但し I' は圧縮強さに相當するものである。

これらの割合は、安全率を I, II, III の各場合すべて同一と考へたもので、その値を変へるときは更に異つた割合をと

第4表

C%	σ_u kg/mm ²	σ_{-u} kg/mm ²	σ_{-u}/σ_u
0.41	41.2	70.6	1.71
0.44	37.8	59.6	1.58
0.65	42.8	71.9	1.68
平均			1.66

第5表

C%	σ_w kg/mm ²	σ_B kg/mm ²	σ_S kg/mm ²	$\sigma_S+\sigma_B$ kg/mm ²	σ_T kg/mm ²	σ_w/σ_B	$\sigma_w/(\sigma_B+\sigma_S)$	σ_w/σ_T
0.41	25.4	71.0	39.0	110.0	113.0	0.36	0.23	0.23
0.44	23.2	62.0	40.0	102.0	96.0	0.37	0.23	0.24
0.65	26.9	74.6	39.3	113.9	106.0	0.36	0.24	0.25
平均						0.36	0.23	0.24

第6表

鋼の種類	平均応力 kg/mm ²		耐久応力振幅 kg/mm ²		直径の変化 %
	見 掛	実 際	見 掛	実 際	
0.41%	71.0	88.0(113.0) ^a	0	0	-5.0(7.0) ^a
	48.6	53.0	±16.0	±17.4	-3.5
	40.6	42.6	±18.3	±19.2	-2.3
	36.4	38.3	±19.3	±20.3	-2.6
	29.6	30.2	±19.4	±19.8	-1.0
	20.9	21.2	±20.4	±20.7	-0.8
	8.7	8.7	±23.5	±23.5	0
	0	0	±25.4	±25.4	0
	-8.7	-8.5	±27.6	±27.1	0.4
	-17.3	-10.3	±29.1	±27.4	2.4
0.5%C	-26.0	-24.0	±31.4	±29.1	4.0
	-29.6	-27.0	±32.6	±29.8	4.5
	-35.4	-30.0	±35.2	±29.8	8.5
	-40.7	-34.1	±38.2	±32.0	8.8
	99.5	145.5	0	0	-6.2
Cr-Ni-St	39.2	39.2	17.5	17.5	0
	28.2	28.2	28.2	28.2	0
	0	0	34.4	34.4	0
	104.5	196.0	0	0	-6.0
	40.5	45.3	±19.4	±22.5	-2.9
	29.8	29.8	±29.8	±29.8	0
	0	0	±39.2	±39.2	0

a 括弧内の数字は真破断力の場合を示す。

直径の変化の列に於て (-) を附したものは直径の減少率、然らざるものは直径の増加率を表はす。

その差も相當大となる。

第10図は平均応力と直径変化の割合との関係を示したもので、平均応力の増加と共に直径の変化も次第に増大し、又同一平均応力に対しては圧縮の場合の方が遙かに大なる直径の変化を示す。例へば平均応力 $\sigma_m \approx 40.7$ kg/mm² に対し引張の場合は約 2.3% の減少なるに対し圧縮のときはその4倍の 8.8% の増加を示す。

最後に I, II, III の三つの場合に対し夫々引張強さ σ_B ,

昭和14年2月]

第7表

材 料	I	II	II'	III
C %	σ_B	σ_u	σ_{-u}	σ_w
0.41	2.81	1.66	2.78	1
0.44	2.67	1.63	2.57	1
0.65	2.77	1.59	2.67	1
平 均	2.75	1.63	2.67	1

第8表

鑄 鉄	I	I'	II	II'	III
	σ_B	σ_{-B}	σ_u	σ_{-u}	σ_w
A	3.20	11.10	1.34	5.20	1
B	3.20	8.70	1.53	5.70	1
C	2.90	10.40	1.47	6.10	1
平 均	3.10	10.07	1.45	5.67	1

ることは勿論である。

4. 結 言

(1) 鋼における平均応力と耐久応力振幅との関係は、降伏点以内に於ては一直線で表はされ、その傾きは両振耐久限度 σ_w と真破断力 σ_T とを結ぶ線と一致する。従てその直線は次式で表はし得る。

$$\sigma_u = \sigma_w(1 - \sigma_m/\sigma_T)$$

(2) 片振引張耐久限度 σ_u と片振圧縮耐久限度 σ_{-u} との値は相當の開きがあり、その割合は平均 $\sigma_u:\sigma_{-u}=1:1.66$ である。

(3) 従て I, II, II', III の割合は次の如き数値をとる。

$$I:II:II':III=2.75:1.62:2.67:1$$

この割合は Bach その他従来與へられてゐる数値とは相當異つて居り、尙今後の研究の必要あるを知る。

(昭和13年10月25日受付)